

# 新しいトナーディスプレイデバイス (I)

## — 導電性トナーと電荷輸送層を用いた画像表示 —

趙 国 来\*、菅原 勝彦\*\*、星野 勝義\*\*\*、北村 孝司\*\*\*

\*千葉大学 大学院自然科学研究科、\*\*千葉大学 工学部情報画像工学科

### New Toner Display Device (I)

#### - Image Display Using Conductive Toner and Charge Transport Layer -

Gugrae-Jo\*, Katsuhiko Sugawara\*\*, Katsuyoshi Hoshino\*\*\*, and Takashi Kitamura\*\*\*

\*Graduate School of Science and Technology, Chiba University

\*\*Information and Image Sciences Department, Faculty of Engineering, Chiba University

A new toner display device using the conductive toner and charge transport layer has been developed. In this new system, the toner movement is controlled by electric field between two transparent electrodes. Two plates with charge transport thin layer, CTL, are placed opposing each other, leaving a certain distance in between by using spacer. The charge transport layer is used as the same for and organic photoreceptor in electrophotography. The conductive toners on the CTL were charged by the hole injection from CTL to toner particles, and move to the front electrode. The toner particles are fixed on the front electrode due to the coulombic force between the toner and electrode across the CTL. The toner particles can be removed by applying reverse electric field. The image can be recorded and erased easily by switching of electric field polarity.

#### 1. はじめに

近年のコンピュータを中心としたネットワーク社会では流通する情報量は莫大であり、人間とコンピュータとのインターフェースが問題となっている。従来、ソフトコピーとしては CRT や液晶ディスプレイが用いられ、ハードコピーとしては紙媒体が最も手軽に使用されてきた。しかし、資源や環境負荷について考慮するとリユーズおよびリサイクルは必須である。これらの観点から、書換え可能な記録媒体の研究がデジタルペーパー、電子ペーパーあるいはディスプレイボードとして盛んに行われている。<sup>1)</sup> 我々は導電性トナーの移

動と電荷輸送層の導電性を利用した書換え可能なディスプレイデバイスを作成し動作原理を確認したので、その概要を報告する。

#### 2. 原理

図1にトナーによる白黒表示の動作原理を示す。2枚の透明電極間におけるトナーの移動により黒および白を表示することを原理としている。透明電極には正孔輸送を行う電荷輸送層が塗布されている。2枚の電極にスペーサを介して貼り合わせ、セルを作成した。その中に導電性トナーおよび白色微粒子を図1に示すように入れる。上部電極に負の電圧を印加

〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町 1-33

1-33 Yayoi-cho, Inage-ku, Chiba 263-8522, Japan

Best Available Copy

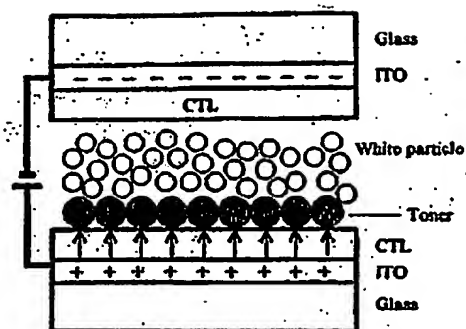


Fig. 1 Toner Display Device.

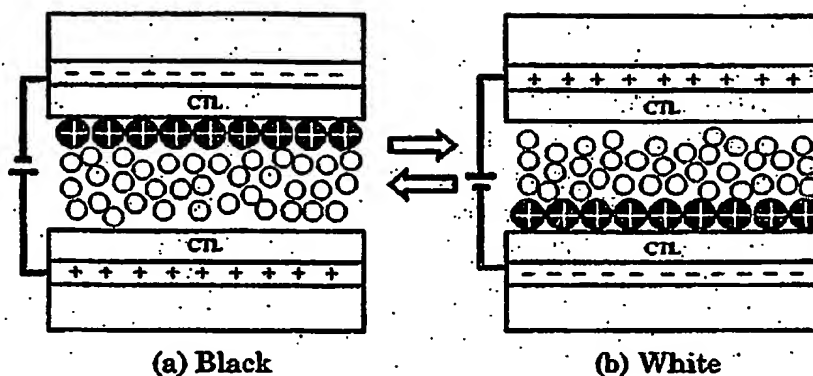


Fig. 2 Black and white display by switching of electric field polarity.

すると下部電極から正孔が電荷輸送層に注入され、さらに接触している導電性トナーに電荷注入されてトナーは正に帯電する。その後、上部電極とトナー間のクーロン引力により、トナーは上部電極に向かって移動する。移動後は図 2 (a) に示すように電荷輸送層上に付着し保持される。この時、電荷輸送層とトナーがブロッキング接触していると層は絶縁層として働き、電圧 OFF 後もトナーは保持される。この状態で上部透明電極から見るとトナー粒子が観察され黒色を示す。次に図 2 (b) に示すように電圧の極性を切り替えて、上部電極を正に印加すると、トナーは下部電極に向かって移動し、上部電極から見ると白色微粒子が観察され白色となる。この後は電圧の極性を切り替えることにより黒と白の表示を繰り返すことができる。

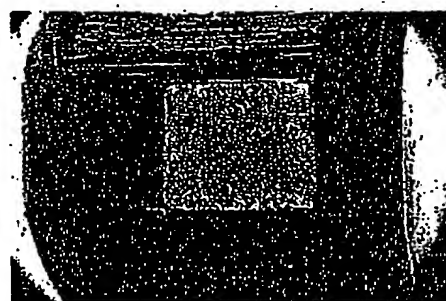
### 3. 実験

ITO 透明電極上に電荷輸送層を塗布し、スペーサー  $110\mu\text{m}$  を介してサンドイッチ型セルを作成した。電荷輸送層は電荷輸送分子として p-diethyl amino-benzaldehyde-(diphenyl hydrazone) をポリカーボネート(PC, 帝人化成、PanliteK-1300) に 1:1wt の比率で溶解し、スピコート法により塗布した。膜厚は  $5\mu\text{m}$  である。トナーは通常の磁性導電性トナー(日立金属製)を用い、白色微粒子としてはフッ化炭

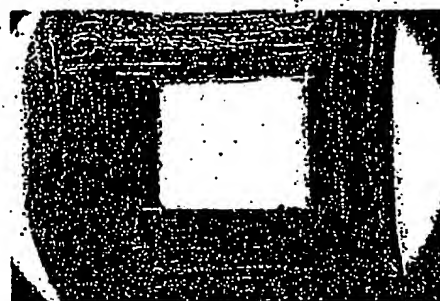
素(日本カーボン製)を用いた。トナーの付着と除去は光学顕微鏡(Olympus, BH2-UMA)と反射濃度計(Ihac-11, 伊原電子)を用いて測定した。画像のコントラストは、反射濃度の値から求めた。

### 4. 結果および考察

図 3 はトナーの付着と除去時のデジタルビデオで撮った写真である。



1. Black



(b) White

Fig. 3 Photograph of black and white.

$10\text{mm} \times 10\text{mm}$

Best Available Copy

トナー付着時は上部から見ると黒く、トナー除去の時は白く見える。この時、測定条件はスペーサー  $110\mu\text{m}$  で電圧は  $300\text{V}$ 、導電性トナーと白い粉末の割合は  $1:1$  である。1 秒間に数回以上の書換が可能であった。

図 4 はトナーの付着と除去時の光学顕微鏡写真である。図 4 の(A)と(B)はそれぞれ付着と除去の時、透過光で 100 倍の写真である。(A)の付着では原理図 2 の(a)に示すように上部電極にトナーが付着しているのが観察され黒色を示す。この時、電圧を切ってもトナーは保持されたままであることを確認した。(B)の除去では原理図 2 の(b)に示すように電圧を切り替えることによりトナーが下部電極の方に移動して上から見ると白く見えることを示す。しかし付着したトナーはすべて完全に移動することはなかった。

(a)と(b)は同じ付着と除去を反射光で見た写真である。

図 5 は導電性トナーと白い粉末を  $1:1$  の割

合でセルの中に入れて付着、除去時の反射濃度と印加電圧の関係を示す。電圧  $0\text{V}$  の時は導電性トナーと白い粉末を混ぜた時の濃度であり、 $50\text{V}$  ずつ電圧を増加して濃度の測定を行った。この場合、導電性トナーは  $80\text{V}$  から移動が始まることが分かる。電圧が  $200\text{V}$  以下で付着と除去の濃度差が小さいことは上部電極に付着した導電性トナーが低い電圧では十分にチャージアップ出来ないためだと思われる。 $200\text{V}$  以上の電圧ではほぼ一定のコントラストとなることからトナーは充分帯電していると思われる。

図 6 は導電性トナーと白い粉末の合計した量を  $6\text{mg}$  に固定して、配合比を変化させた結果を示す。 $100\text{V}$  の時は導電性トナーの量に関係なくコントラストが低いことがわかる。これは図 5 の結果と一致する。全体的に  $200\text{V}$  以上の電圧では、コントラストに変化はなく、導電性トナーと白い粉末の量が  $1:1$  の時、コントラストが高いことが分かる。これは  $1:1$  の時、トナーの移動と

6mg以上  
では書き  
すく  
ついで  
落す

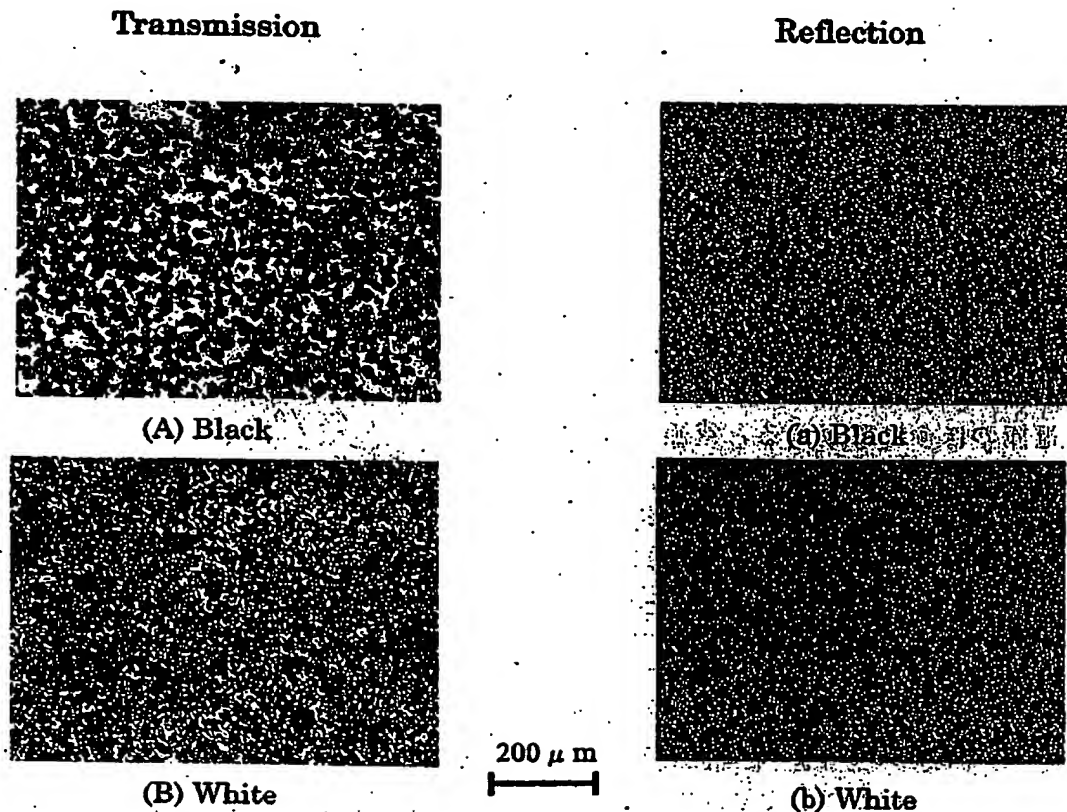


Fig. 4 Microphotograph of black and white.

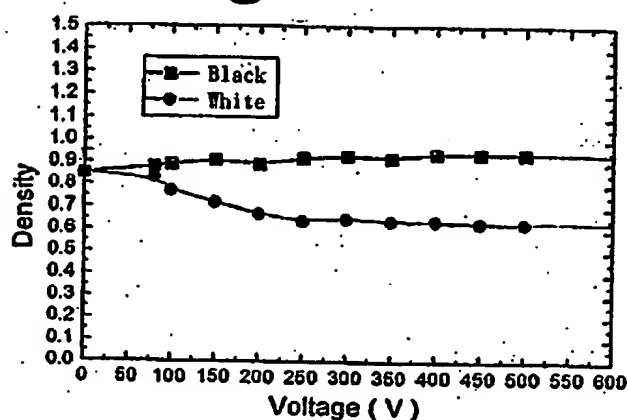


Fig. 5 Reflection density vs applied voltage.

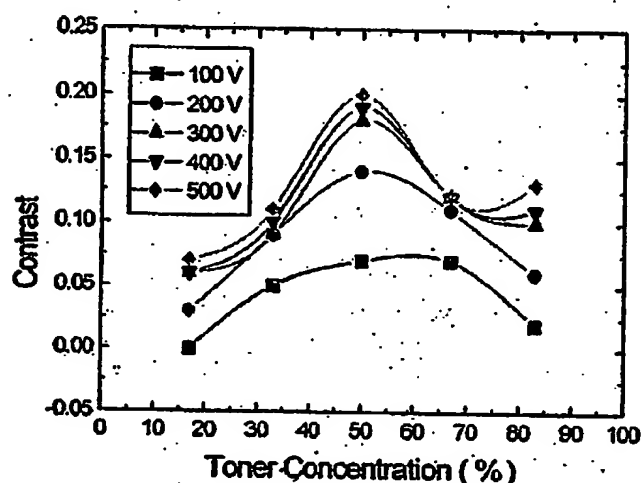


Fig. 6 Relationship between contrast and toner concentration.

白い粉末による隠蔽力がよいことが分かる。

その他、このトナーディスプレイデバイスは付着と除去した状態で電源を切っても画像はそのままである保持性も持っていることが分かった。これは電荷が注入された導電性トナが逆極性の電極のほうに移動すると電極上の電荷輸送層が絶縁層として働くためである。

## 5. まとめ

導電性トナーと電荷輸送層を用いたトナーディスプレイを検討した結果、導電性トナーは電荷輸送層から正電荷が注入され逆極性の方に移動し、また極性を反対にすると除去が出来ることを確認した。そして、このトナーの移動を利用して書換え可能なトナーディスプ

レイを実現出来ることがわかった。

## 参考文献

- 1) 堀田：“リライタブルマーキング技術の最近の動向”、電子写真学会誌 第35回 第3号 p.148 (1996)
- 2) 堀田、鈴木、北村、山岡：“リライタブル熱記録媒体へのレーザー書き込み”、電子写真学会誌 第35回 第3号 p.168 (1996)
- 3) B. Comiskey, J. D. Albert, H. Yoshizawa, J. Jacobson：“An electrophoretic ink for all-printed reflective electronic displays” Nature, vol.394, 16, July, p.253 (1998)
- 4) J. Jacobson, H. Gates, L. Hassan, et. al.：“Electronic ink and electronic paper” PPIC/JH'98, p.81 (1998)
- 5) N. K. Sheridan：“The gyricon as an electronic paper medium” PPIC/JH'98, p.83 (1998)
- 6) 川居：“マイクロカプセルを用いた電気泳動ディスプレイの開発” 日本画像学会第72回技術研究会、p.31 (1999)
- 7) 花田：“ロイコ染料型リライタブルマーキングによるディスプレイへの展開” 日本画像学会第72回技術研究会、p.23 (1999)